

STUDI EKSPERIMEN KUAT TEKAN, SLUMP DAN MODULUS ELASTISITAS BETON DENGAN BAHAN SEMEN PCC TYPE 1 YANG BERBEDA MEREK.

Paulus charniago ¹⁾, Andry Alim Lingga ²⁾, Yoke Lestyowati ²⁾

ABSTRAK

Dalam perkembangan dewasa ini penggunaan beton sebagai material struktur lebih mendominasi dibandingkan dengan material struktur lainnya seperti kayu, perkembangan ini diakibatkan oleh material pembuatan beton mudah dicari, lebih murah dan praktis dalam pengerjaan, dapat memikul beban yang cukup besar, dan mudah dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat memperindah suatu bangunan yang dibuat. Pada umumnya pembangunan yang ada di Pontianak terutama pembangunan dalam bidang struktur banyak menggunakan semen yang harganya relative lebih murah, hal ini dinilai biaya pembangunannya akan sedikit lebih murah dan lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan menggunakan merk semen yang harganya sedikit lebih mahal.

Untuk mengetahui merk semen yang baik untuk beton, perlu adanya penelitian terhadap berbagai merk semen. Penelitian ini akan mengkaji perbandingan semen yang berbeda merk pada campuran beton terhadap kuat tekan, slump normal dan modulus elastisitas yang dihasilkan pada beton berbentuk silinder..

Dari rangkaian hasil kegiatan penelitian di labotarium mengenai kuat tekan dan modulus elastisitas beton normal yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan kuat tekan dan modulus elastisitas pada berbagai merk semen berbeda dan semakin mahal harga dari semen tersebut juga akan memberikan mutu yang sangat baik pada beton dan juga Masyarakat harus mengetahui bahwa semua merk semen yang diproduksi Indonesia telah memenuhi standard ASTM : EN 197- 1 2000 (42,5 N & 42,5 R) dan SNI : 15-7064-2004.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu material komposit yang terdiri dari unsur-unsur agregat kasar, agregat halus, semen dan air yang beraksi secara kimia (hidrolis), yang kemudian mengikat butiran-butiran dari agregat menjadi satu sehingga terbentuklah beton yang menyatu (monolit). Dalam perkembangan dewasa ini penggunaan beton sebagai material struktur lebih mendominasi dibandingkan dengan material struktur lainnya seperti kayu, perkembangan ini diakibatkan oleh material pembuatan beton mudah dicari, lebih murah dan praktis dalam pengerjaan, dapat memikul beban yang cukup besar, dan mudah dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat memperindah suatu bangunan yang dibuat. Semen Portland yang beredar dimasyarakat khususnya Pontianak banyak jenisnya (merk) seperti semen C, semen E, semen D, semen B, semen A dan lainnya. Dari semua jenis (merk) tersebut memungkinkan mutu dari semen itu sendiri berbeda-beda. Perbedaan tersebut berbeda mungkin dikarenakan banyak sedikitnya campuran dari unsure-unsur yang terkandung di dalamnya. Karena campuran yang terkandung di dalam semen berbeda-beda menjadikan harga semen juga berbeda-beda pula, karena perbedaan campuran inilah yang memungkinkan kualitas dari suatu semen ikut berbeda sehingga akan memberikan perbedaan hasil dari kuat tekan beton yang dihasilkan dari penggunaan masing-masing semen.

Pada umumnya pembangunan yang ada di Pontianak terutama pembangunan dalam bidang struktur banyak menggunakan semen yang harganya relative lebih murah, hal ini dinilai biaya pembangunannya akan sedikit lebih murah dan lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan menggunakan merk semen yang harganya sedikit lebih murah. Akan tetapi dibalik harganya yang relatif murah tersebut, mungkin saja kekuatan pada beton yang

dihasilkan agak rendah jika dibandingkan dengan jenis semen yang harganya mahal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan material komposit yang terdiri dari unsur-unsur agregat kasar, agregat halus, semen dan air yang bereaksi secara kimia (hidrolis), yang kemudian mengikat butiran-butiran dari agregat menjadi satu sehingga terbentuklah beton yang menyatu (monolit). Bahan dasar pembentuk beton yaitu semen, agregat dan air, setelah dicampuri merata menghasilkan suatu campuran plastis (antara cair dan padat) dimana akan menjadi keras setelah terjadi proses kimia semen dan air. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat karakteristik bahan dasar, nilai perbandingan bahan dasar, cara pengerjaan, pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan selama proses pengerasan. Perencanaan campuran beton yang sering digunakan dalam pelaksanaan konstruksi harus dapat memenuhi;

- Persyaratan kekuatan
- Persyaratan keawetan
- Persyaratan kemudahan
- Persyaratan ekonomis

Dimana persyaratan-persyaratan di atas harus pula disesuaikan dengan kondisi lapangan dan lokasi pengecoran, pembebanan serta peraturan bangunan. Berdasarkan SNI-2002 kelas dan mutu beton dibedakan sebagai berikut:

a. Beton kelas I

Beton untuk pekerjaan-pekerjaan non structural, yang tidak memerlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu beton ini dinyatakan dengan simbol BO.

b. Beton kelas II

Beton untuk pekerjaan-pekerjaan structural, dalam pelaksanaannya diperlukan keahlian cukup dan harus dilakukan oleh tenaga-tenaga ahli. Mutu standar golongan beton kelas II ini dibagi dalam, yaitu: B1, K125, K175, K225, K250. Beto mutu B1, dilakukan pengawasan mutu sedang terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Beton mutu K125, K175, K225, pengwasan mutu terdiri dari pengawasan ketat terhadap mutu bahan dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinyu.

c. Beton kelas III

Beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktual dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm² (K225). Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan oleh tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya labotarium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontiyu

2.2 Bahan - bahan dasar campuran beton normal.

Apabila beton dibuat dengan baik, maka tiap butir agregat akan diselimuti oleh pasta semen dan ruang antar agregat terisi oleh pasta semen. Kualifikasi beton sangat tergantung pada pasta semen dan mutu agregat, terutama dalam hal ketahanan terhadap reaksi, abrasi dan cuaca. Dalam merancang suatu campuran beton perlu diketahui sifat-sifat dari bahn dasar penyusun beton yaitu semen, agregat dan air.

2.3. Semen.

Semen adalah bahan perekat yang digunakan sebagai pengikat, yang dicampur secara bersama-sama dengan kerikil, pasir dan air. Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan

utama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Semen Portland merupakan bahan perekat berwarna abu-abu yang dapat mengeras tapi tidak terurai dalam air. Semen terbuat dari campuran kalsium, silica, almunia dan zat besi. Kalsium biasa didapat dari bahan-bahan kapur seperti batu kapur, marmer, kapur koral dan cangkang keong. sedangkan silika, almunia dan zat besi ditemukan pada batu lempung atau shale. Silika bisa ditemukan pada pasir almunia pada bauksit. Semen Portland ini dihasilkan dari campuran-campuran senyawa yaitu sebagai berikut :

Senyawa	Komponen Oksida	Singkatan
Trikalsium Silikat	3CaO.SiO ₂	C ₃ S
Dikalsium Silikat	2CaO.SiO ₂	C ₂ S
Trikalsium Aluminat	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A
Tetrakalsium Alumuniferit	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

Sumber: (Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodinuljo, Ir., MSc)

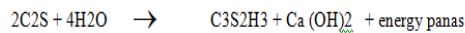
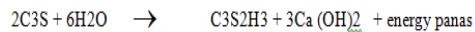
Senyawa - senyawa ini merupakan komponen karakteristik dari semen Portland, Selain senyawa-senyawa diatas, terdapat pula bahan-bahan lain seperti magnesium dioksida (MgO), sisa-sisa asam sulfur (SO₃), Na₂O dan K₂O dalam jumlah yang kecil.

Oksida	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60-65 %
Alkali (SiO ₂)	17-25 %
Alumina (Al ₂ O ₃)	3-8 %
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5-6 %
Magnesium (MgO)	0,5-4 %
Sulfur (SO ₃)	1-2 %
Soda/Potosh (Na ₂ O+K ₂ O)	0,5-1 %

Sumber: (Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodinuljo, Ir., MSc)

Jika semen bersentuhan dengan air, maka proses hidrasi reaksi kimia antara air dengan senyawa-senyawa potensial dalam kandungan semen. Senyawa - senyawa kalsium silikat, kalsium aluminat dan kalsium ferit hidrat yang terjadi berupa larutan padat spesifik dan mengeras. Reaksi

selanjutnya adalah interaksi antar senyawa hidrat tersebut, masing-masing saling mengikat membentuk struktur baru yang kokoh yang biasa disebut pasta, mortar atau beton. Adapun reaksi hidrasi kimia yang terjadi saat proses hidrasi adalah sebagai berikut:



2.4. Sifat – sifat semen Portland

Secara umum semen Portland memiliki beberapa sifat, diantaranya :

a. Kehalusan butir

Pada umumnya semen memiliki kehalusan kurang dari 80% dari butirannya dapat menembus ayakan 44 milimikron. Makin halus butiran semen, maka semakin cepat pula senyawanya, selain itu juga mengakibatkan semakin besar permukaan butir untuk berat semen dengan jumlah tertentu, sehingga semakin banyak pula air yang digunakan untuk proses hidrasi.

b. Berat jenis dan berat isi

Berat jenis dari bubuk semen pada umumnya berkisar antara 3,10 sampai 3,30 dengan berat jenis rata-rata 3,15. Berat isi semen sangat tergantung pada cara pengisian semen dalam takaran. Jika pengisian gembur (loss), berat isinya rendah antara 1,1 kg/liter. Jika pengisiannya dipadatkan, berat isinya dapat mencapai 1,5 kg/liter. Dalam praktik digunakan berat isi rata-rata yaitu 1,25 kg/liter.

c. Waktu pengerasan semen

Semen Portland waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 60 menit sejak semen terkena air.

2.5. Agregat

Untuk menentukan apakah agregat itu baik dipergunakan sebagai campuran beton, maka harus diteliti beberapa hal sebagai berikut:

- Bentuk butiran

- Derajat keseragaman (gradasi)
- Derajat kebersihan
- Kekerasan
- Pengaruh kadar air

2.5.1. Agregat halus (Pasir)

Agregat halus harus mempunyai butiran-butiran yang beraneka ragam dimana batas-batas gradasi untuk agregat halus tersebut telah ditetapkan oleh ASTM C-33. Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,75 mm.

Syarat Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Diameter Saringan	Persen lolos	Gradasi Ideal
(mm)	(%)	(%)
9,5	100	100
4,75	95 – 100	97,5
2,38	80 – 100	90
1,18	50 -85	67,5
0,59	25 – 60	42,5
0,297	10 -30	17,5
0,149	2 – 10	5

(Sumber : Buku ASTM C33)

2.5.2. Agregat kasar (Kerikil)

Umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butirannya lebih 4,75 mm. Pada dasarnya akan lebih ekonomis apabila pembuatan beton digunakan ukuran maksimum agregat sebesar mungkin sehingga pemakaian semen dapat dikurangi, dan harga beton bisa lebih murah, serta panas hidrasi yang timbul akan berkurang.

2.6. Air campuran beton

Air memegang peranan yang sangat penting dalam tercapainya proses hidrasi pada beton. Jenis air yang digunakan menurut persyaratan adalah air suling, namun dapat diganti dengan air bersih yang memenuhi persyaratan fisik secara visual dan kimia.

Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan air untuk campuran beton, yaitu air harus bersih yang menurut SNI 03 - 2874 - 2002 berarti bahwa:

- Air tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat dengan visual.
- Air tidak mengandung benda - benda tersuspensi dan melayang lebih dari 2 gr/liter.
- Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, dan bebas dari bahan - bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau tulangan.

2.7 Uji Slump Normal

Uji slump adalah suatu pengukuran yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat workability nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, sehingga uji slump dapat menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan atau cukup air. Campuran beton yang terlalu cair akan menghasilkan mutu beton rendah, dan lama mongering, sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak. Uji slump mengacu pada SNI 1972-2008 dan ICS 91.100.30

Ukuran Slump yang dianjurkan untuk Berbagai Jenis Kontruksi

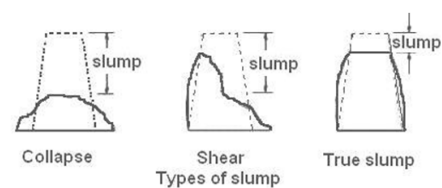
Uraian	SLUMP (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	76,2	25,4
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan kontruksi dibawah tahanan	76,2	25,4
Pelat, balok, kolom dan dinding	101,6	25,4
Perkerasan jalan	101,6	25,4
Pembetonan missal	50,8	25,4

ACI (Tri Mulyono Hal-161)

Faktor Koreksi untuk Nilai Slump yang Berbeda

SLUM (cm)	Berat Air (Kg/m³) beton untuk ukuran agregat yang berbeda							
	10mm	12,5mm	20mm	25mm	38mm	50mm	75mm	150mm
2,5 - 5	208	199	187	179	163	154	142	125
7,5 - 10	228	217	202	193	179	169	157	136
15 - 17	243	228	214	202	187	178	169	-
Persentase udara (%) yang ada dalam unit beton								
	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Bentuk slump akan berbeda sesuai dengan kadar airnya



- Gambar 1 : Collapse/runtuh
Keadaan ini disebabkan terlalu banyak air/basah sehingga campuran dalam cetakan runtuh sempurna. Dalam kondisi tertentu campuran yang workability tinggi yang diperuntukan untuk lokasi pengecoran tertentu sehingga memudahkan pemadatan.
- Gambar 2 : Shear
Pada keadaan ini bagian atas sebagian bertahan, sebagian runtuh sehingga berbentuk miring, Hal ini dikarenakan adukan belum tercampur merata.
- Gambar 3 : True
Merupakan bentuk slump yang benar dan ideal.

2.8 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian menggunakan mesin tekan (compresieve testing machine) merk MBT dengan kapasitas 2000 kN, ketelitian 5 kN. Dengan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, benda uji setelah dilakukan perawatan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Kontruksi Universitas Tanjungpura, lalu di lakukan kaping (dilapisi belerang). Pengujian kuat tekan pada benda uji sebagai acuan untuk

menetapkan standar mutu beton, dan sebagai syarat penerimaan mutu beton. Rumus kuat tekan beton adalah beban maksimum dibagi luas area.

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

2.9 Modulus Elastisitas

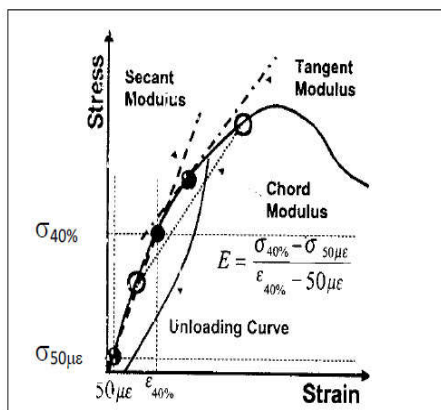
Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan-tegangan di dalam daerah elastis linier pada sekitar 40% beban puncak. Nilai modulus elastisitas (E) untuk beton bergantung pada faktor yang berkaitan dengan adukan, tetapi hubungan yang lazim dipertimbangkan antara modulus elastisitas dan kekuatan beton. Modulus elastisitas beton dapat dihitung dengan rumus :

Menghitung regangan (ϵ) yang terjadi dengan persamaan

$$\text{Regangan } (\epsilon) = \frac{1}{l} \times 10^{-3}$$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - \epsilon_1)}$$



(Sumber : ASTM STP 169D Chapter 19, 1994)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Metode adalah prosedur atau cara untuk mengetahui sesuatu melalui proses yang sistematis, sedangkan penelitian adalah kegiatan yang menggunakan metode ilmiah untuk mengungkapkan atau menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sehingga metode penelitian dapat didefinisikan sebagai proses dari kegiatan yang dilakukan dalam penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Studi penelitian ini dibagi 2 (dua) bagian, yaitu:

3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk mempelajari dan mengkaji hubungan antar variable - variabel yang akan diteliti, dengan teori-teori yang ada. Dari studi pustaka hipotesis penelitian dapat diturunkan menjadi kesimpulan sementara.

3.3. Studi Eksperimen

Studi Eksperimen ini dilakukan dilaboratorium dengan membuat sejumlah benda uji untuk dilakukan pengetesan sehingga didapat data-data yang diperlukan, setelah data-data tersebut dianalisa maka dapat dipakai untuk menguji hipotesis sehingga didapat suatu kesimpulan. Penelitian ini akan mengkaji perbandingan semen yang berbeda merk pada campuran beton terhadap kuat tekan, slump normal dan modulus elastisitas yang dihasilkan pada beton berbentuk silinder.

3.3.1. Pembuatan benda uji

Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan ukuran Ø 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 140 buah.

3.3.2. Pengujian/Pengetestan

Pengujian/Pengetesan kuat tekan dan modulus elastisitas, dilakukan sebanyak 125 (seratus dua puluh lima) untuk kuat tekan dan sebanyak 15 (lima belas) sample untuk modulus elastisitas.

Merk	Jumlah Benda Uji pada Hari ke						Jumlah benda uji
	3	7	14	21	28	Modulus Elastisitas	
	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC	
A	5	5	5	5	5	3	28
B	5	5	5	5	5	3	28
C	5	5	5	5	5	3	28
D	5	5	5	5	5	3	28
E	5	5	5	5	5	3	28
Jumlah	125					15	140

3.4. Peralatan Penelitian

Peralatan mekanis yang di gunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah:

- Mesin uji tekan (Compressive Testing Machine) merk MBT dengan kapasitas 2000 kN dan ketelitian 5 kN.
- Cetakan Silinder merk MBT adalah cetakan yang dipakai untuk membentuk benda uji menjadi silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- Mesin penggetar saringan (Shieve Sekker Machine) merk Marui satu set dengan pan saringan yang digunakan pada analisa gradasi baik untuk agregat halus maupun agregat kasar.
- Mesin abrasi (Los Anglesh Machine) merk ELE Internasional satu set dengan bola baja sebanyak dua belas buah untuk pengujian keausan agregat kasar.
- Oven material merk Memmert digunakan pada pengujian berat jenis agregat halus maupun agregat kasar untuk menghilangkan kadar air.
- Timbangan elektrik merk Exellent kapasitas 30 kg ketelitian 1 gram digunakan untuk menimbang benda uji silinder.
- Timbangan elektrik merk Exellent kapasitas 30 kg ketelitian 1 gram digunakan untuk menimbang benda uji silinder.
- Alat slump merk MBT satu set untuk pengujian slump yang terdiri dari kerucut Abrams satu buah, stik bulat satu buah diameter 16 mm

dan panjang 600 mm, mistar 30 cm satu buah, sendok semen satu buah dan sikat kawat satu buah.

- Timbangan elektrik merk Exellent kapasitas 150 kg dan ketelitian 0,01 kg untuk proses penimbangan material dan pengujian berat volume agregat.
- Mesin pencampur atau Molen (Concrete Mixer) merk Tiga Berlian kapasitas 500 liter, kapasitas pengadukan 400 liter digunakan pada saat proses pembuatan beton.
- Gelas ukur dengan merk Pyrex Iwaki alat ini digunakan untuk pengujian agregat halus.
- Organik *Plate* suatu standar warna untuk kadar organik pada agregat halus, alat ini memiliki lima standar warna.

3.5 Analisa Bahan.

3.5.1. Agregat Halus dan Agregat Kasar

- Pemeriksaan Kadar Zat Organik Agregat Halus dan Kasar.
- Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.
- Pemeriksaan Kadar air Agregat Halus dan Kasar.
- Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus
- Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus dan Kasar
- Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus dan Kasar.

3.6. Pembuatan Benda Uji.

Dalam pembuatan benda uji, pekerjaan yang harus dilakukan antara lain :

a. Penimbangan Meterial

Penimbangan ini dilakukan agar dapat hasil yang sesuai dengan proporsi hitungan yang telah dilaksanakan sebelumnya.

b. Pengadukan Campuran

Pengadukan campuran dilakukan dengan menggunakan mesin molen. Pertama pasir dimasukkan dan

diikuti dengan batu, mesin molen dalam keadaan berputar sehingga pasir dan batu dapat tercampur merata, kemudian semen dimasukan sampai campuran merata. Setelah campuran tersebut merata masukan air.

c. Percobaan Slump

Percobaan slump ini dilakukan untuk mengukur tingkat kelecakan dari beton muda. Percobaan ini menggunakan alat antara lain corong baja yang berbentuk konus berlobang pada kedua ujungnya, tongkat baja dengan bagian ujungnya tajam, lempengan besi untuk meletakkan corong baja agar rata.

d. Pengecoran Campuran

Adukan beton yang telah merata dituang kedalam tempat cetakan yang telah disiapkan, sebelumnya cetakan telah diolesi dengan Oli, dalam hal ini cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm , tinggi 30 cm.

3.7. Perawatan Benda Uji

Setelah beton yang dicor berumur 1 (satu) hari atau 24 Jam, bekesting atau cetakan beton dibuka kemudian benda uji berbentuk silinder yang telah dibuka dari cetakannya dimasukan kedalam air yang telah disediakan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Perendaman tersebut dilakukan sampai sampel beton tersebut akan ditest / uji kuat tekan dan modulus elastisitasnya.

4. ANALISIS DAN HASIL PERHITUNGAN

4.1 Pengujian Slump

Pengujian ini dilaksanakan pada saat setelah proses pencampuran dengan menggunakan kerucut abrams dengan menggunakan acuan SNI 03 - 1972 - 1990 Metode Pengujian *Slump* Beton. Pengerjaannya dilakukan 3 tahap, dengan setiap tahap memasukan beton segar ke dalam kerucut abrams sebanyak 1/3 tinggi dan dilakukan penusukan

dengan stik *slump* sebanyak 25 kali, lalu di ratakan dan didiamkan selama + 7 detik dan kerucut abrams diangkat secara perlahan selama + 15 detik, lalu dilakukan pengukuran terhadap penurunan beton segar. Pada penelitian ini didapat *slump* sebagaimana di tabel berikut:

No	Kode Benda uji	Tanggal Pembuatan	Slump	air yg tersisa
1	Merk B	7-Apr-17	10	0 Kg
2	Merk C	12-Apr-17	10	3.23 Kg
3	Merk E	18-Apr-17	10	3.28 Kg
4	Merk A	20-Apr-17	10	4.85 Kg
5	Merk D	28-Apr-17	10	4.61 Kg

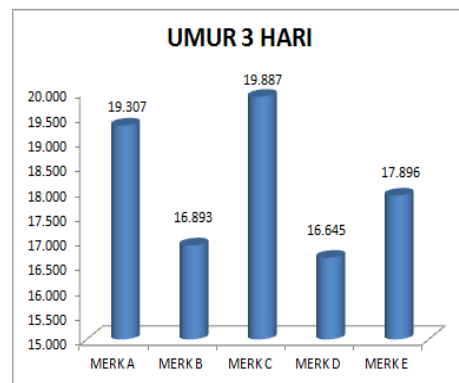
4.2 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Menggunakan mesin uji tekan (*compressing machine*) merk MBT kapasitas 2000 kN, dengan ketelitian 5 kN.

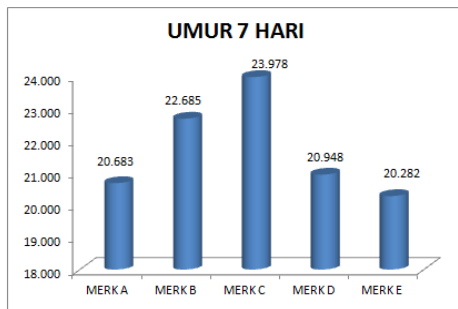
Kuat Tekan Normal sample A												
Umur: 28 hari												
No	Kode Benda uji	Tgl. Cor	Tgl. Test	Umur (Hari)	Berat (Gram)	P (kN)	N (N)	A (mm²)	(P/A) (MPa)	($\bar{x} - \bar{x}_i$)	($\bar{x} - \bar{x}_i$)²	
1	Beton Normal	20-Apr-17	18-May-17	28	12.57	520	520.000	17662.500	29.441	0.000	0.000	
2		20-Apr-17	18-May-17	28	12.44	511	512.000	17662.500	29.158	-0.283	0.080	
3		20-Apr-17	18-May-17	28	12.38	521	522.000	17662.500	29.724	0.283	0.080	
4		20-Apr-17	18-May-17	28	12.28	510	510.000	17662.500	28.875	-0.566	0.321	
5		20-Apr-17	18-May-17	28	12.35	530	530.000	17662.500	30.007	0.566	0.321	
									For	20.441	Total	0.801

$$f'_c = \frac{\sum f_i}{n} = \frac{147.55}{5} = 29.51 \text{ MPa}$$

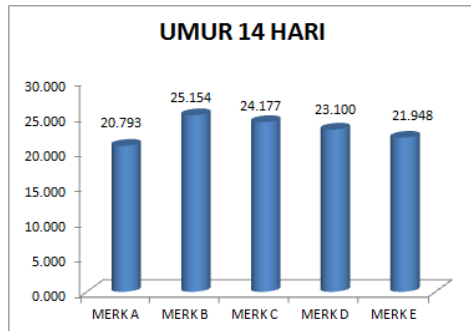
$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f'_c)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.801 \text{ MPa}^2}{4}} = 0.448 \text{ MPa}$$



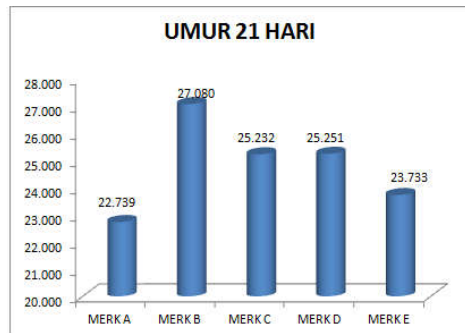
Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 3 hari



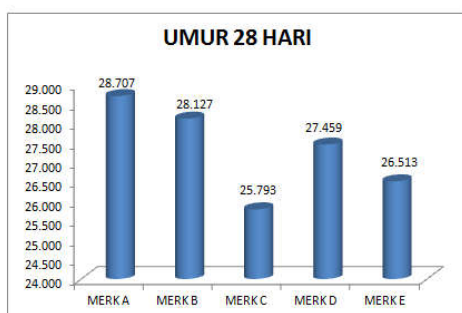
Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 hari



Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 14 hari



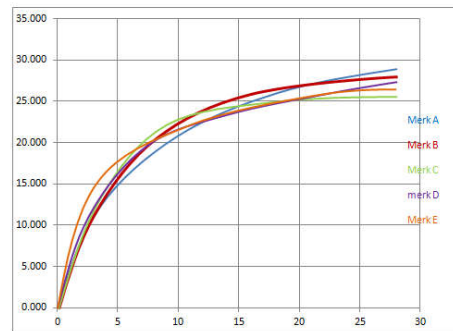
Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 21 hari



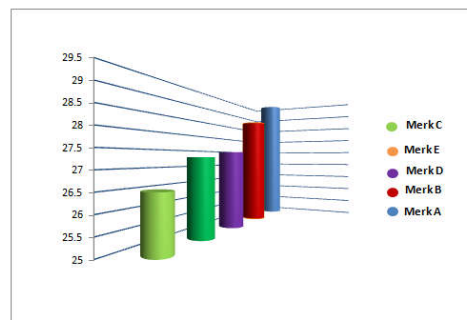
Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Perbandingan Kuat Tekan Beton Merk A, B, C, D dan E

UMUR	KUAT TEKAN				
	MERK A	MERK B	MERK C	MERK D	MERK E
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	19,307	16,893	19,887	16,645	17,896
7	20,683	22,685	23,978	20,948	20,282
14	20,793	25,154	24,177	23,100	21,948
21	22,739	27,080	25,232	25,251	23,733
28	28,707	28,127	25,793	27,459	26,513



Perbandingan Kuat Tekan Beton Semua Merk



Perbandingan persentase kenaikan Kuat Tekan Beton

4.3 Pengujian Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton adalah nilai tegangan dibagi dengan regangan beton dengan kondisi elastis, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum.

Berikut ini adalah hasil pengujian modulus elastisitas untuk mengetahui perilaku regangan yang terjadi pada setiap pembebanan dengan persamaan sebagai berikut:

➤ Merk A

Berikut perhitungan merk A diambil data dari uji AI pada saat menerima beban (P) = 50 kN = 50000 N

$$= \frac{13}{200} \times 10^{-3}$$

$$= \frac{13}{0.002} = 0.026$$

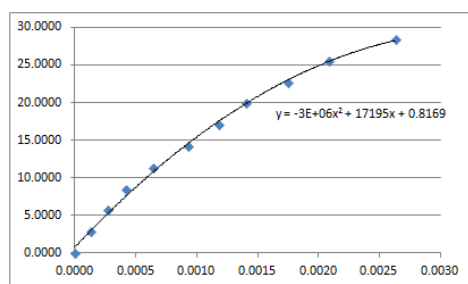
Menghitung tegangan yang terjadi

$$\sigma = \frac{50000}{17662.5} = 2.831$$

Uji modulus elastisitas merk A (AI) beton umur 28 hari

TES AI			P	Luas (A)	Δ L1	Lo	Regangan	Tegangan
P (KN)	LATERAL	LONGITUDINAL	(N)	(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(N/mm²)
0	0	0	0		0		0.0000	0.0000
50	0	13	50000		0.026		0.0001	2.8373
100	1	27	100000		0.054		0.0003	5.6746
150	2	42	150000		0.084		0.0004	8.5118
200	2	64	200000		0.128		0.0006	11.3491
250	2	93	250000	17622.5	0.186	200	0.0009	14.1864
300	3	118	300000		0.236		0.0012	17.0237
350	4	140	350000		0.28		0.0014	19.8610
400	5	175	400000		0.35		0.0018	22.6983
450	6	208	450000		0.416		0.0021	25.5355
500	11	263	500000		0.526		0.0026	28.3728

Dari perhitungan tabel di atas didapat kurva regangan dan tegangan dengan memplotkan data tegangan pada setiap kenaikan 50 kN beban aksial dengan regangan yang terjadi pada setiap benda uji. Dengan analisa regresi pada program *Microsoft excel*, didapat grafik tegangan dan regangan dan persamaan linier. Sebelum didapatkan nilai persamaan linier, terlebih dahulu dibuat kurva regresi *polynomial* orde-2, dari nilai tegangan regangan. Garis regresi linier diambil mulai dari nilai tegangan regangan 0 sampai kurva regresi *polynomial* mulai melengkung (diambil 40%). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Hubungan Tegangan Vs Regangan

Persamaan regresi linier : $y = -3E+06x^2 + 17195x + 0.8169$

Kemudian duhitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan

$$E_c = \frac{(s_2 - s_1)}{(2 - 0.00005)}$$

$$y = -3E+06x^2 + 17195x + 0.8169$$

$$\frac{dy}{dx} = -6000000x + 17195$$

$$x = \frac{17195}{6000000}$$

$$x = 0.00286$$

$$S_2 = 3000000(0.00286^2) + 17195(0.00286) + 0.8169$$

$$= -24.5388 + 49.1777 + 0.8169$$

$$= 25.4558$$

$$1 = 0.00005$$

$$S_1 = -3000000(0.00005^2) + 17195(0.00005) + 0.8169$$

$$= -0.0075 + 0.8597 + 0.8169$$

$$= 1.669$$

$$2 =$$

$$\frac{(-17195) \pm \sqrt{((17195^2) - 4(-3000000)(0.8169))}}{2(-3000000)}$$

$$= 0.00577$$

Kemudian duhitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan

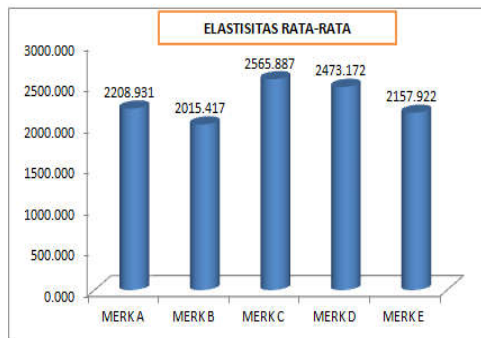
$$E_c = \frac{(s_2 - s_1)}{(2 - 0.00005)}$$

$$= \frac{(25.4558 - 1.669)}{(0.00577 - 0.00005)}$$

$$E_c = 2666.093 \text{ Mpa}$$

Kurva Polinomial		Didapat		
a	-3000000	S2	25.456	Mpa
b	17195	S1	10.182	Mpa
c	0.8169	E ₂	0.005779	
a'	-6000000	MODULUS ELASTISITAS		
E ₁	0.00005	E _c	2666.09306	Mpa
x	0.00286			

Perbandingan Modulus elastisitas rata-rata merk A, B, C, D, dan E



5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan penelitian di labotarium struktur mengenai kuat tekan dan modulus elastisitas beton normal, diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai kuat tekan rata-rata beton normal dengan menggunakan semen merk A didapat $f'_c = 29,44$ Mpa, semen merk B didapat $f'_c = 28,59$ Mpa, semen merk C didapat $f'_c = 26,49$ Mpa, semen merk D didapat $f'_c = 27,45$ Mpa, dan semen merk E didapat $f'_c = 27,28$ Mpa.
- Persentase kenaikan kuat tekan antara semen merk C terhadap merk E sebesar 3 % , semen merk E terhadap merk D sebesar 0,6 % , semen merk D terhadap merk B sebesar 4 % , dan semen B terhadap Merk A sebesar 3 %.
- Nilai rata-rata regangan dan tegangan pada merk A sebesar 2208.931 Mpa, pada merk B sebesar 2015.417 Mpa, merk C sebesar 2565.887 Mpa, pada merk D sebesar 2473.172 Mpa, dan merk E sebesar 2157.922 Mpa.
- Berdasarkan pengujian Slump dengan nilai slump 10 didapatkan hasil bahwa semen merk B banyak memerlukan air untuk mencapai nilai slump 10 dari kelima merk semen, sedangkan semen merk A paling sedikit memerlukan air untuk mencapai nilai slump 10 dari kelima merk semen.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33. 2004. "Standard Spesifikasi for Concrete Aggregates", Annual Books of ASTM Standards, USA.
- Djaja Mungok, Chrisna, 2003. *Buku Ajar Struktur Beton Bertulang I*, Pontianak: Fakultas Teknik UNTAN.
- Nawy, E.G. 2010. *Beton Bertulang*. Diterjemahkan oleh : Bambang Suryoatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Pencampuran Beton*, 2002
- SNI 15-0302-2004, *Semen Portland Pozolan*, 2004
- Wagianto, 2014. *Studi Eksperimen Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Normal Dengan Semen PCC Berbeda Merk*, Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2002. *Pedoman Pelaksanaan Pratikum Beton*. Pontianak: Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Sipil UNTAN Pontianak.